

## SEMICONDUCTOR LASER ARRAY AND MANUFACTURE THEREOF

Patent Number: JP2001044561  
Publication date: 2001-02-16  
Inventor(s): OTOMO JUGO; NARUI HIRONOBU  
Applicant(s): SONY CORP  
Requested Patent: ☐ JP2001044561  
Application Number: JP19990219875 19990803  
Priority Number(s):  
IPC Classification: H01S5/22  
EC Classification:  
Equivalents:

### Abstract

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a semiconductor laser array of superior characteristics, that is provided with a plurality of semiconductor laser elements emitting laser beams different from one another in light-emitting wavelength and manufactured in a simple process, as compared with the conventional laser array.

**SOLUTION:** In this semiconductor laser element array 2, a first laser part 3 emitting laser beam of 650 nm and a second laser part 4 emitting laser beam of 780 nm are provided to a stripe-shaped recessed part 1a and a stripe-shaped protruding part 1b formed on a GaAs substrate 1, respectively. The first laser part contains a first laminated structure 3a, whose constitution is same as that of an AlGaAs system laminated structure 4a of the second laser part, placed on the recessed part, and AlGaInP system second laminated structure 3b placed thereon. The second laser part contains an AlGaAs system laminated structure 4a on the protruding part. A lower layer film of the second laminated structure 3b of the first laser part 3 is in contact electrically with a film of the same conductive type as it of the laminated structure 4a of the second layer part 4 with a non-growth surface 50 in between. The first laser part and the second laser part are provided with p-side electrodes 5 and 6, respectively, and further an n-side common electrode 7 is provided on the rear surface of the substrate 1.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-44561

(P2001-44561A)

(43) 公開日 平成13年2月16日 (2001.2.16)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 1 S 5/22

識別記号

F I

H 0 1 S 3/18

テームコード\* (参考)

6 6 9 5 F 0 7 3

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号

特願平11-219875

(22) 出願日

平成11年8月3日 (1999.8.3)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 御友 重吾

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 成井 啓修

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

Fターム (参考) 5F073 AA04 AA45 AA74 AB06 BA06

CA05 CA07 CA14 CA22 CB02

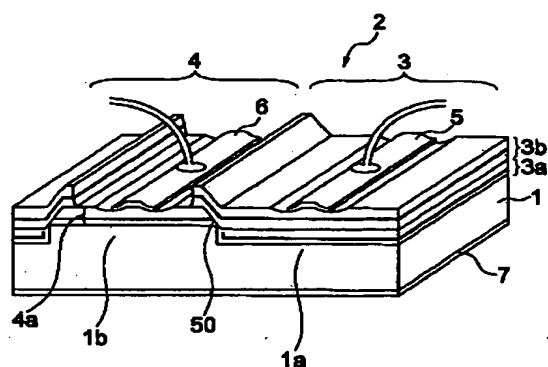
EA04

(54) 【発明の名称】 半導体レーザアレイ及びその作製方法

(57) 【要約】

【課題】 発光波長が相互に異なるレーザ光を出射する複数個の半導体レーザ素子を有し、従来のものに比べて、簡単なプロセス工程で作製でき、しかも良好な特性を有する半導体レーザアレイを提供する。

【解決手段】 本半導体レーザ素子アレイ 2 は、GaAs 基板 1 上に形成されたストライプ状凹部 1 a とストライプ状凸部 1 b とに、それぞれ、650nm のレーザ光を発する第 1 レーザ部 3 と、780nm のレーザ光を発する第 2 レーザ部 4 とを備える。第 1 レーザ部は、凹部上に第 2 レーザ部の AlGaAs 系積層構造 4 a と同じ構成の第 1 の積層構造 3 a と、その上に AlGaInP 系の第 2 の積層構造 3 b とを有する。第 2 レーザ部は、凸部上に AlGaAs 系積層構造 4 a を有する。第 1 レーザ部 3 の第 2 の積層構造 3 b の下層膜は、非成長面 5 0 を介して第 2 レーザ部 4 の積層構造 4 a の同じ導電型の膜に電気的に接触している。第 1 レーザ部及び第 2 レーザ部は、それぞれ、p 側電極 5 及び 6 を有し、基板 1 の裏面に n 側共通電極 7 を有する。



1 GaAs(100)基板

1a 凸部

1b 凹部

2 実施形態例の半導体レーザ素子

3 650nmのレーザ光を発する第1レーザ部

3a 第1レーザ部の下部積層構造

3b 第1レーザ部の上部積層構造

4 780nmのレーザ光を発する第2レーザ部

4a 第2レーザ部の積層構造

5,6 p側電極

7 n側共通電極

8 ワイヤ

50 非成長面

(2)

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 同一の半導体基板上に形成され、それぞれ独立してレーザ光を出射する複数個の半導体レーザ素子を備え、半導体レーザ素子のうち少なくとも2個の第1半導体レーザ素子及び第2半導体レーザ素子が相互に異なる発光波長のレーザ光を出射する半導体レーザアレイであって、

半導体基板は、ストライプ状に延在する凸部と、凸部から段差になって下方に設けられ、凸部に隣接して延在する凹部とを基板面に備え、

基板の凸部上には、第1半導体レーザ素子の積層構造が形成され、

基板の凹部上には、第1半導体レーザ素子の積層構造と同じ構成の下部積層構造と、下部積層構造の上にある、それと電気的に分離された上部積層構造とからなる第2半導体レーザ素子の積層構造が形成され、

凸部の角に接して形成された第1半導体レーザ素子の積層構造の非成長面を介して、第2の半導体レーザ素子の上部積層構造の下層膜と、下層膜と同じ導電型であって、第1半導体レーザ素子の積層構造の基板に接する膜とが電気的に接続され、

第1半導体レーザ素子及び第2半導体レーザ素子は、それぞれ、第1半導体レーザ素子の積層構造上及び第2半導体レーザ素子の上部積層構造上に電極を有し、かつ、基板裏面に共通電極を有することを特徴とする半導体レーザアレイ。

【請求項2】 第1半導体レーザ素子の活性層と第2半導体レーザ素子の活性層とは、それぞれ、相互に異なる化合物半導体材料系で形成されていることを特徴とする半導体レーザアレイ。

【請求項3】 第1半導体レーザ素子の活性層がAlGaInP系の材料からなり、第2半導体レーザ素子の活性層がAlGaAs系の材料からなることを特徴とする請求項1又は2に記載の半導体レーザアレイ。

【請求項4】 半導体基板の基板面に、ストライプ状に延在する凸部と、凸部から段差になって下方に設けられ、凸部に隣接して延在する凹部とを形成する工程と、エピタキシャル成長法により、凸部の角に接して非成長面を形成しつつ、第1半導体レーザ素子の積層構造を基板面に形成する工程と、

第1半導体レーザ素子の積層構造上に、エピタキシャル成長法により、第2半導体レーザ素子の積層構造を形成する工程と、

凸部上の第2の半導体レーザ素子の積層構造をエッチングして、第1の半導体レーザ素子の積層構造の電極形成層を露出させ、電極形成層をエッチングしてストライブリッジを形成する工程と、

第2の半導体レーザ素子の積層構造の電極形成層をエッチングして、ストライブリッジを形成する工程と、形成した各ストライブリッジ上に電極を形成する工程と

2

を有することを特徴とする半導体レーザアレイの作製方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光情報記録再生装置等に光源として用いられる半導体レーザアレイ及びその作製方法に関し、更に詳細には、簡単なプロセス工程で作製できる構成を備え、相互に異なる発光波長のレーザ光を出射する複数個の半導体レーザ素子を有する半導体レーザアレイ及びその作製方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 次世代の光ディスクであるデジタルビデオディスク（以下、DVDと表記する）は、映像記録として135分の動画を再生可能であること、また情報記録として4.7Gバイトのデータを記録できること等の理由から、従来のCDを受け継いで大きく発展することが期待されている。そして、DVDに記録された情報を再生する再生装置は、DVDに記録された映像情報の再生及びデータの読み出しに加えて、従来から広く使用されてきたCDに記録された音楽情報、CD-ROMに記録された情報、CD-Rに1回書き込みで記録された情報を再生したり、データの読み出しを行ったりすることが、要望されている。

【0003】 ところで、DVDは、従来のCDと比較して、以下の2点で大きな違いがある。まず、第1の違いは、光ディスクの基板の厚さが、CDの1.2mmに対して、0.6mmであることである。これは、記録密度を向上させるために、集光用レンズのNAを大きくした時に、光ディスクの傾きに対する許容度を大きくするためである。第2の違いは、再生装置に設ける光ピックアップで使用する半導体レーザ装置の波長である。従来のCDでは半導体レーザ装置の発光波長は約780nmであるのに対して、DVDでは発光波長が630nmまたは650nmの半導体レーザ装置が使用されている。これは、DVDでは集光スポットの大きさがCDより小さく、集光スポットの大きさが、波長に比例するためである。

【0004】 しかし、情報を読み取る光ピックアップにとって、ディスク基板の厚さが異なる2種類の光ディスクに記録された情報を正確に読み取ることは、収差の点で難しい。即ち、例えば基板厚さ0.6mmで設計されたDVD用レンズ系のみでは、基板厚さ1.2mmの光ディスク（CD）を読み取ることはできない。そこで、基板の厚さが異なる2種類の光ディスクに記録された情報を一つの光ピックアップで正確に読み取るために、各種の方法が考えられている。例えば、CD用とDVD用の2種の対物レンズを設け、それぞれ切り替える方法、2焦点のレンズを対物レンズに用いる方法、液晶シャッターを使用する方法等である。

【0005】 これらの方法により、基板厚さが異なる2

(3)

3

種類の光ディスクに記録された情報を読み出すことを可能にして、DVD再生装置で、DVDの読み出しに加えて、従来のCD及びCD-ROMの読み出しを図ることが検討されているが、しかし、これらの方法では、現在、流通しているCD-Rを読み出すことは難しい。何故ならば、1回書き込みのCD-Rは、記録方式として波長780nmの光に反応する色素を使用しているからである。従って、そのタイプのCD-Rには読み取りのための半導体レーザ装置として、発光波長が780nmの半導体レーザ装置が必要である。

【0006】そこで、CD-Rも読み出すことが可能であるDVD用光ピックアップとして、次のような構成のDVD用光ピックアップが提案されている。まず、第1の案は、CD用の光ピックアップとDVD用の光ピックアップの2つを、一つの再生装置に備えることである。この案では、2つの光ピックアップは、構造及び機能が相互に独立していて、DVD専用の光ピックアップ装置は、発光波長630nmまたは650nmの半導体レーザ装置及びNA0.6の対物レンズを有する光学系を備え、一方、CD専用ピックアップ装置は発光波長780nmの半導体レーザ装置及びNA0.45の対物レンズを有する光学系を備える。しかし、この案は、2つの独立した光ピックアップを一つの再生装置に備えるので、再生装置の大型化およびコストアップを招く。

【0007】そこで、第2の案として、発光波長780nm、及び発光波長630nmまたは650nmの2種類の光を出す半導体レーザ装置を備えた、1個の光ピックアップを搭載したDVDの再生装置が提案されている。

【0008】このように、2種類の発光波長のレーザ光を発光する半導体レーザとしては、以下のような構造が提案されている。

- 1) 第1は、半導体レーザパッケージに、異なる発光波長でレーザ光を発光する半導体レーザ素子を2種類装備することである。
- 2) 第2は、図7に示すように、同一基板上で相互に隣接する2つの半導体レーザチップ100及び101の射出端面のコート膜102及び103の膜厚を変えて、異なる波長で発振させる案である。図7中、各半導体レーザチップ100及び101の活性層は、それぞれ、104及び105である。
- 3) 第3は、図8に示すように、同一基板上で相互に隣接する半導体レーザ200及び201のそれぞれの活性層202及び203の下部の溝204及び205の幅を変え、かつ各活性層のAl含有量を変えて発振波長を変える案である。

【0009】4) 第4は、図9に示すように、基板上に、第1の活性層300と第2及び第3のクラッド層301、302からなるダブルヘテロ接合を持ち、その上部に第2の活性層303と第4及び第5のクラッド層3

4

04、305からなるダブルヘテロ接合を持つ半導体レーザ装置を形成する案である。なお、図9中、306は基板、307はパッファ層、308はリブ側面部、309はコンタクト層、310は電極である。

【0010】5) 第5は、図10に示すように、基板406上に第1の活性層400と上部及び下部クラッド層401、402からなる第1のダブルヘテロ接合構造を有し、第1のダブルヘテロ接合構造の下部に第2の活性層403と上部及び下部クラッド層404、405からなる第2のダブルヘテロ接合構造を持つ半導体レーザ装置を備える案である。第一の活性層を有する半導体レーザ部は、VSI構造を有し、一方、第二の活性層を有する半導体レーザ部は、リッジ構造を有する。なお、図10中、407は基板、406はステム、408はコンタクト層、409は電極、410はワイヤである。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかし、以下に説明するように、上述した従来の解決手段には、それぞれ、問題があった。第1の案の構成には、発光スポットの問題がある。即ち、一つの光ピックアップで、同一のレンズを用いて2つの相互に異なる波長の光を使うためには、発光スポット間の距離が少なくとも100μm以下であることが必要がある。通常形状のパッケージでは、半導体レーザチップを並べて載置するため、発光スポット間の距離は100μm以上となり、また、半導体レーザチップのパッケージへの貼り付けは、数10μm程度の誤差を含むので、第1の案の構成を採用するためには、技術的に解決すべき課題が多い。

【0012】また、第2及び第3の案の半導体レーザ装置では、波長差が大きく取れないという問題点がある。即ち、第2及び第3の案の半導体レーザ装置では、2つの半導体レーザ素子の活性層を、すなわち活性層104と105とを、又は活性層202と203とを1回のエピタキシャル成長工程で成長させるため、同一の材料系を使うことが必要になる。従って、Al混晶比に多少の差異を設けることはできるものの、780nm帯であればAlGaAsを使用するので、その波長差は、高々10nm程度に過ぎない。DVD再生用光ピックアップがCD-Rと互換性を有するためには、780nmと、630nmまたは650nm帯の発光波長のレーザ光を発光する必要がある、第2及び第3の案では、この波長差を満足することはできない。600nm帯の光を発生させるには、活性層及びクラッド層に、それぞれ、GaInP及びAlGaInPを用いる必要があり、活性層及びクラッド層からなる2つのダブルヘテロ構造を全く異なる材料で構成する必要がある。

【0013】また、図9に示す第4の半導体レーザは、通常、リッジ構造と呼ばれるタイプの構造である。この積層構造は、気相成長法(有機金属気相成長法(MOCVD法)、分子線エピタキシー法(MBE法))で成長

(4)

5

させ、形成する。この構造の場合、本発明者らの同様な実験では、リブ側面部308を成長させ、 $\text{SiO}_2$ を除去した後の表面は平坦ではなく、凸型の形状となる。この後、MOCVD法またはMBE法にてp-GaAsコンタクト層309、クラッド層305、活性層303及びクラッド層304を成長すると、その下地であるp-GaAsコンタクト層の309及びリブ側面部308の形状をそのまま保ったまま成長するため、活性層303が湾曲した構造となる。このように、活性層303が湾曲した構造では、半導体レーザを高温にて動作させたときの信頼性が悪くなり、実際の光ピックアップに組み込んで使用することは難しい。

【0014】また、図10に示す第5の案の半導体レーザは、通常、VSI S構造と呼ばれるタイプのレーザであるが、結晶成長工程の間にエッチング工程が入り、プロセス工程が複雑なことから、製造コストが高いという問題がある。

【0015】以上の説明から判るように、2種類の発光波長の光を出す従来の半導体レーザアレイには、それぞれ種々の問題がある。そこで、本発明の目的は、発光波長が相互に異なるレーザ光を出射する複数の発光部を有し、従来のものに比べて、簡単なプロセス工程で作製でき、しかも良好な特性を有する半導体レーザアレイ及びその作製方法を提供することである。

【0016】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明による半導体レーザアレイは、同一の半導体基板上に形成され、それぞれ独立してレーザ光を出射する複数の半導体レーザ素子を備え、半導体レーザ素子のうち少なくとも2個の第1半導体レーザ素子及び第2半導体レーザ素子が相互に異なる発光波長のレーザ光を出射する半導体レーザアレイであって、半導体基板は、ストライプ状に延在する凸部と、凸部から段差になって下方に設けられ、凸部に隣接して延在する凹部とを基板面に備え、基板の凸部上には、第1半導体レーザ素子の積層構造が形成され、基板の凹部上には、第1半導体レーザ素子の積層構造と同じ構成の下部積層構造と、下部積層構造の上であって、それと電氣的に分離された上部積層構造とからなる第2半導体レーザ素子の積層構造が形成され、凸部の角に接して形成された第1半導体レーザ素子の積層構造の非成長面を介して、第2の半導体レーザ素子の上部積層構造の下層膜と、下層膜と同じ導電型であって、第1半導体レーザ素子の積層構造の基板に接する膜とが電氣的に接続され、第1半導体レーザ素子及び第2半導体レーザ素子は、それぞれ、第1半導体レーザ素子の積層構造上及び第2半導体レーザ素子の上部積層構造上に電極を有し、かつ、基板裏面に共通電極を有することを特徴としている。

【0017】本発明の半導体レーザアレイでは、第1半導体レーザ素子の積層構造の非成長面を介して、第2の

6

半導体レーザ素子の積層構造の下層膜と、下層膜と同じ導電型の第1半導体レーザ素子の積層構造の膜とが電氣的に接続することにより、基板裏面に設けた共通電極が機能するので、電極構造が簡単になると共に半導体レーザアレイ自体を小型化することができる。

【0018】本発明では、相互に異なる発光波長のレーザ光を出射する半導体レーザ素子の数は2つ以上でも良く、半導体基板のステップ数を増やすことによって2つ以上の異なる発光波長を出射する半導体レーザアレイを実現することができる。本発明は、第1及び第2半導体レーザ素子の積層構造の材料系のいかなを問わず適用でき、例えば第1半導体レーザ素子の活性層及び第2半導体レーザ素子の活性層には、相互に異なる化合物半導体系を使用することができる。例えば、活性層としてAlGaInP系の活性層を有する発光波長650nmの第1半導体レーザ素子と、活性層としてAlGaAs系の活性層を有する発光波長780nmの第2半導体レーザ素子とを有する半導体レーザアレイにも好適に適用できる。

【0019】本発明に係る半導体レーザアレイの作製方法は、半導体基板の基板面に、ストライプ状に延在する凸部と、凸部から段差になって下方に設けられ、凸部に隣接して延在する凹部とを形成する工程と、エピタキシャル成長法により、凸部の角に接して非成長面を形成しつつ、第1半導体レーザ素子の積層構造を基板面に形成する工程と、第1半導体レーザ素子の積層構造上に、エピタキシャル成長法により、第2半導体レーザ素子の積層構造を形成する工程と、凸部上の第2の半導体レーザ素子の積層構造をエッチングして、第1の半導体レーザ素子の積層構造の電極形成層を露出させ、電極形成層をエッチングしてストライブリッジを形成する工程と、第2の半導体レーザ素子の積層構造の電極形成層をエッチングして、ストライブリッジを形成する工程と、形成した各ストライブリッジ上に電極を形成する工程とを有することを特徴としている。

【0020】本発明方法で、電極形成層とは、その上にオーミック接触の電極が形成される層であって、例えばコンタクト層、キャップ層等を言う。本発明方法では、相互に発光波長の異なるレーザ光を出射する第1半導体レーザ素子及び第2半導体レーザ素子を作製する際、従来のように、第1及び第2半導体レーザ素子の積層構造を形成するために、一方を覆うエッチングマスクを形成し、他方をエッチングする工程が必要でないから、従来に比べて著しくプロセス工程数を減らすことができる。

【0021】

【発明の実施の形態】以下に、添付図面を参照して、実施形態例に基づいて本発明をより詳細に説明する。

**実施形態例**

本実施形態例は、本発明に係る半導体レーザアレイの実施形態の一例であって、図1は本実施形態例の半導体レ

(5)

7

ーザアレイの斜視断面図、及び図2は本実施形態例の半導体レーザアレイの層構造を示す詳細図である。本実施形態例の半導体レーザアレイ2は、図1に示すように、GaAs(100)10°オフ基板1上に1段のステップ状に形成されたストライプ状凹部1aとストライプ状凸部1bに、それぞれ、650nmのレーザ光を発する第1レーザ部3と、780nmのレーザ光を発する第2レーザ部4とを備える。第1レーザ部3は、凹部1a上に第2レーザ部4のAlGaAs系積層構造4aと同じ構成の下部積層構造3aと、その上にAlGaInP系の上部積層構造3bとを有する。第2レーザ部4は、凸部1b上にAlGaAs系積層構造4aを有し、第1レーザ部3の上部積層構造3bの下層膜は非成長面50を介して第2レーザ部4の積層構造4aの同じ導電型の膜に電気的に接触している。また、第1レーザ部3及び第2レーザ部4は、それぞれ、p側電極5及び6を上部積層構造3b及び積層構造4a上に有し、基板1の裏面にn側共通電極7を有し、p側電極5及び6には電気的接続をとるワイヤ8を備えている。

【0022】第2レーザ部4は、図2に示すように、GaAs(100)10°オフ基板1の凸部1b上に、順次、エピタキシャル成長した、n-GaAsバッファ層10、n-Al<sub>0.45</sub>Ga<sub>0.55</sub>Asクラッド層13、Al<sub>0.15</sub>Ga<sub>0.85</sub>As活性層14、p-Al<sub>0.45</sub>Ga<sub>0.55</sub>Asクラッド層15、及びp-GaAsコンタクト層16の積層構造4aを備えている。コンタクト層16上には、p側電極6と、p側電極6と電気的に接続するワイヤ8を有する。

【0023】第1レーザ部3は、GaAs(100)10°オフ基板1の凹部1a上に、順次、エピタキシャル成長した、n-GaAsバッファ層10、n-Al<sub>0.45</sub>Ga<sub>0.55</sub>Asクラッド層13、Al<sub>0.15</sub>Ga<sub>0.85</sub>As活性層14、p-Al<sub>0.45</sub>Ga<sub>0.55</sub>Asクラッド層15、及びp-GaAsコンタクト層16からなる、第2レーザ部4の積層構造4aの延長である下部積層構造3aを備えている。更に、第1レーザ部3は、下部積層構造3a上に、順次、エピタキシャル成長した、n-Ga<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>Pエッチングストップ層17、n-GaAsコンタクト層18、n-Ga<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>Pバッファ層19、n-(Al<sub>0.7</sub>Ga<sub>0.3</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>Pクラッド層20、(Al<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P<sub>0.5</sub>ガイド層21、(Al<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P-Ga<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P多重量子井戸層22、(Al<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>Pガイド層21、p-(Al<sub>0.7</sub>Ga<sub>0.3</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>Pクラッド層24、p-Ga<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P中間層25、及びp-GaAsコンタクト層26からなる上部積層構造3bを備えている。コンタクト層26上には、p側電極5とp側電極5と電気的に接続するワイヤ8を有する。

【0024】本実施形態例の半導体レーザアレイ2で

8

は、第2レーザ部4の積層構造の非成長面50を介して、第1レーザ部3の上部積層構造3bのn-コンタクト層18が第2レーザ部4のn-バッファ層10に電気的に接続しているので、GaAs基板1の裏面にn側共通電極7を持つことが出来る。これにより、電極構造が簡単になると共に半導体レーザアレイ2自体を小型化することができる。また、本実施形態例の半導体レーザアレイ2の構成は、次に述べるように、従来に比べて工程数の少ないプロセス工程で形成することができる。

10 【0025】次に、図3から図6を参照して、本発明方法により本実施形態例の半導体レーザアレイ2の作製方法を説明する。図3(a)から(d)、図4(e)から(g)及び図5(h)から(j)は、それぞれ、本実施形態例の半導体レーザアレイを作製する際の工程毎の斜視断面図、及び図6は図3(d)の詳細図である。まず、図3(a)に示すように、GaAs(100)10°オフ基板1にレジスト膜を塗布し、幅Wが100μmのストライプを100μmの間隔Pで形成するようにパターンニングして、マスク9を形成する。次いで、マスク9を使って湿式エッチングを行い、図3(b)に示すように、GaAs基板1の表面を深さ1μmから10μm程度削り取り、1段のステップ状に凹部1aと凸部1bとを形成する。ここで、ストライプ方向は[01-1]方向である。

【0026】マスク9を除去した後、MOCVD法により、図3(c)に示すように、詳しくは図6に示すように、基板1の凹部1a及び凸部1b上全面に、n-GaAsバッファ層10、n-Al<sub>0.45</sub>Ga<sub>0.55</sub>Asクラッド層13、Al<sub>0.15</sub>Ga<sub>0.85</sub>As活性層14、p-Al<sub>0.45</sub>Ga<sub>0.55</sub>Asクラッド層15、及びp-GaAsコンタクト層16を、順次、エピタキシャル成長させ、発光波長780nmの第2レーザ部4の積層構造4aを凸部1b上に、積層構造4aと同じ構成の下部積層構造3aを凹部1a上に形成する。積層構造4aの成長時の基板の温度は800℃である。このとき(311)B面に、図6に示すように、非成長面50が現れる。

【0027】続いて、図3(d)に示すように、詳しくは図6に示すように、MOCVD法により、積層構造4a及び下部積層構造3a上に、n-Ga<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>Pエッチングストップ層17、n-GaAsコンタクト層18、n-Ga<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>Pバッファ層19、n-(Al<sub>0.7</sub>Ga<sub>0.3</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>Pクラッド層20、(Al<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P<sub>0.5</sub>ガイド層21、(Al<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P-Ga<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P多重量子井戸層22、(Al<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>Pガイド層21、p-(Al<sub>0.7</sub>Ga<sub>0.3</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>Pクラッド層24、p-Ga<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P中間層25、及びp-GaAsコンタクト層26を、順次、エピタキシャル成長させて、650nmの第1レーザ部3の上部積層構造3bを形成する。尚、上部積層

50

(6)

9

構造3bの成長時の基板の温度は700℃である。

【0028】上部積層構造3bを形成する際、図6に示すように、 $n\text{-Ga}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ エッチングストップ層17、 $n\text{-GaAs}$ コンタクト層18、及び $n\text{-Ga}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ バッファ層19、並びに、 $p\text{-Ga}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 中間層25、及び $p\text{-GaAs}$ コンタクト層26の成長時には、(311)B面に非成長面50が現れるが、 $n\text{-(Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ クラッド層20、 $(\text{Al}_{0.5}\text{Ga}_{0.5})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ ガイド層21、 $(\text{Al}_{0.5}\text{Ga}_{0.5})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P-Ga}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 多重量子井戸層22、及び $p\text{-(Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ クラッド層24の成長時には非成長面50が現れない。

【0029】次に、レジストを塗布し、図4(e)に示すように、ストライプ状にパターンニングして、基板1の凸部1b上の上部積層構造3bを露出させるマスク31を形成する。

【0030】次に、GaAsのみを削り取る選択性エッチャントを用いて、 $p\text{-GaAs}$ コンタクト層26を取り除く。続いて、 $\text{AlGaInP}$ 及び $\text{GaInP}$ を削り取り、GaAsを削らない選択性エッチャントを用いて、上部積層構造3bの $p\text{-Ga}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 中間層25、 $p\text{-(Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ クラッド層24、 $(\text{Al}_{0.5}\text{Ga}_{0.5})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ ガイド層21、 $(\text{Al}_{0.5}\text{Ga}_{0.5})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P-Ga}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 多重量子井戸層22、 $(\text{Al}_{0.5}\text{Ga}_{0.5})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ ガイド層21、 $n\text{-(Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ クラッド層20、及び $n\text{-Ga}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ バッファ層19を削除し、 $n\text{-GaAs}$ コンタクト層18を露出させる。

【0031】更に、GaAsのみを削り取る選択性エッチャントを用いて $n\text{-Ga}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ エッチングストップ層17までエッチングして、 $n\text{-GaAs}$ コンタクト層18を取り除き、続いて $\text{AlGaInP}$ と $\text{GaInP}$ を削りGaAsを削らない選択性エッチャントを用いて $n\text{-Ga}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ エッチングストップ層17を取り除く。これにより、図4(f)に示すように、基板1の凸部1b上に第2レーザ部4の積層構造4aの $p\text{-GaAs}$ コンタクト層16を露出させることができる。

【0032】マスク31を取り除いた後、ストライブリッジを形成し、それぞれ、650nmの第1レーザ部3及び730nmの第2レーザ部4を形成する工程に移行する。第1レーザ部3及び第2レーザ部4のストライブリッジの形成方法は、ボロン注入等により電流非注入領域を作る方法、ストライブリッジを $n\text{-GaAs}$ で埋め込む方法等、レーザアレイではない通常のレーザにおいて行われる形成方法を適用することができるが、本実施形態例では、ストライブリッジのみを形成させるエアリッジタイプのレーザ部の形成方法を説明する。

10

【0033】まず、730nmの第2レーザ部4のストライブリッジを形成する。それには、レジスト膜を成膜し、図4(g)に示すように、 $p\text{-GaAs}$ コンタクト層16のストライプ40の形成領域の両脇をそれぞれエッチングにより削り取るようにパターンニングしたエッチングマスク41を形成する。

【0034】次いで、図5(h)に示すように、エッチングマスク41を使って、湿式エッチングによりコンタクト層16を幅5 $\mu\text{m}$ から40 $\mu\text{m}$ 削り取り、ストライブリッジ40を形成する。

【0035】次に、同様にして、湿式エッチングによりコンタクト層26を幅5 $\mu\text{m}$ から40 $\mu\text{m}$ 削り取り、650nmの第1レーザ部3のストライブリッジ42を形成する。

【0036】次に、図5(j)に示すように、730nmの第2レーザ部4のストライブリッジ40及び650nmの第1レーザ部3のストライブリッジ42にP側電極5を形成し、基板1の裏面に共通n電極7を形成する。以上の工程を経て本実施形態例の半導体レーザ素子2を形成することができる。

【0037】上述したように、本発明方法は、相互に発光波長の異なるレーザ光を出射できる第1レーザ部3及び第2レーザ部4を備えた半導体レーザアレイ2を形成する際、従来のように、第1レーザ部3又は第2レーザ部4を形成するために、一方を覆うエッチングマスクを形成し、他方をエッチングする工程が必要でないから、従来に比べて著しくプロセス工程数を減らすことができる。

【0038】なお、本実施形態例ではGaAs系の材料とAlGaInP系の材料の例を挙げたが、他の材料、例えばGaInAsP、ZnSSe、GaN等、他の系統の材料を使用してもよい。また、成長方法は、MOCVD法に限らず、MBE法、MOMBE法、CBE法等が使用できる。また、本実施形態例では、基板としてGaAs(100)から10°傾斜させたGaAs(100)10°オフ基板を用いたが、傾斜させていない基板、或いは傾斜角の異なる傾斜基板も使用できる。また、本実施形態例では、発光部の間隔が100 $\mu\text{m}$ となるように、ストライプの幅Wを100 $\mu\text{m}$ 、その間隔Pを100 $\mu\text{m}$ とした例を挙げたが、発光部の間隔、ストライプ幅W、及びその間隔Pの大きさは、特に限定するものではない。

【0039】本実施形態例では、2つの相互に異なる発光波長を出射する2つの発光部を有する半導体レーザアレイの例を挙げたが、発光部の数は2つ以上でも良く、構造基板のステップ数を増やすことによって2つ以上の異なる発光波長を出射する半導体レーザも実現できる。更には、本実施形態例の半導体レーザアレイをピックアップに組み込み、2重焦点のレンズを用いることにより、単一の光路で635nmの光と780nmの光を発生さ

(7)

11

せることが可能となる。従って、現在、流通しているCD-Rを含めた全てのDVD、CD関連のディスクを読み出すことが可能となる。

#### 【0040】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、ステップ状に凹凸を形成した半導体基板を用いて、第1及び第2半導体レーザ素子の積層構造を形成することにより、基板裏面に共通電極をとることができ、且つ半導体レーザ素子の積層構造の結晶成長を行う間にエッチングやマスクパターニング等のプロセス工程を必要としないことから、異なる発光波長をそれぞれ出射する複数の半導体レーザ素子を有する高信頼性の半導体レーザアレイを容易に実現することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】実施形態例の半導体レーザ装置の斜視断面図である。

【図2】実施形態例の半導体レーザ装置の層構造を示す詳細図である。

【図3】図3(a)から(d)は、それぞれ、実施形態例の半導体レーザ装置を作製する際の工程毎の斜視断面図である。

【図4】図4(e)から(g)は、それぞれ、図3(d)に続いて、実施形態例の半導体レーザ装置を作製する際の工程毎の斜視断面図である。

【図5】図5(h)から(j)は、それぞれ、図4(g)に続いて、実施形態例の半導体レーザ装置を作製する際の工程毎の斜視断面図である。

【図6】図3(d)の詳細図である。

【図7】従来の半導体レーザ装置の構成を示す縦断面図である。

【図8】別の従来の半導体レーザ装置の構成を示す縦断

12

面図である。

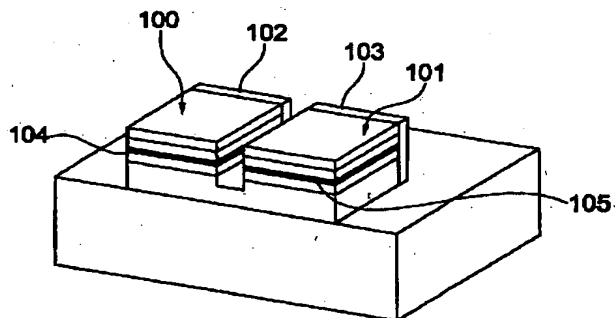
【図9】更に別の従来の半導体レーザ装置の構成を示す縦断面図である。

【図10】更に別の従来の半導体レーザ装置の構成を示す縦断面図である。

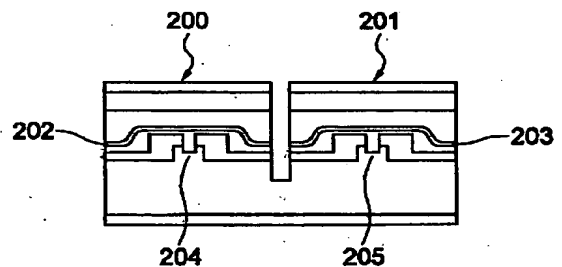
#### 【符号の説明】

1……GaAs(100)基板、1a……凸部、1b……凹部、2……実施形態例の半導体レーザ素子、3……650nmのレーザ光を発する第1レーザ部、3a……第1レーザ部の第1の積層構造、3b……第1レーザ部の第2の積層構造、4……780nmのレーザ光を発する第2レーザ部、4b……第2レーザ部の積層構造、5……第1レーザ部のp側電極、6……第2レーザ部のp側電極、7……n側共通電極、8……ワイヤ、9……エッチングマスク、10……n-GaAsパッド層、13……n-Al<sub>0.45</sub>Ga<sub>0.55</sub>Asクラッド層、14……Al<sub>0.15</sub>Ga<sub>0.85</sub>As活性層、15……p-Al<sub>0.45</sub>Ga<sub>0.55</sub>Asクラッド層、16……p-GaAsコンタクト層、17……n-Ga<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>Pエッチングストップ層、18……n-GaAsコンタクト層、19……n-Ga<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>Pパッド層、20……n-(Al<sub>0.7</sub>Ga<sub>0.3</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>Pクラッド層、21……(Al<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P<sub>0.5</sub>ガイド層、22……(Al<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P-Ga<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P多重量子井戸層、24……p-(Al<sub>0.7</sub>Ga<sub>0.3</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>Pクラッド層、25……p-Ga<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P中間層、26……p-GaAsコンタクト層、31……エッチングマスク、40……第2レーザ部のストライブリッジ、41……エッチングマスク、42……第1レーザ部のストライブリッジ、50……非成長面。

【図7】



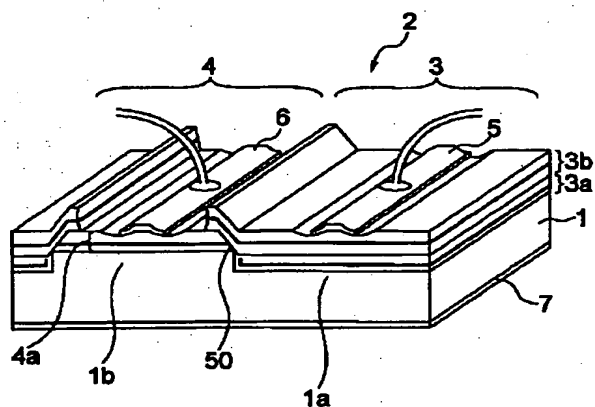
【図8】





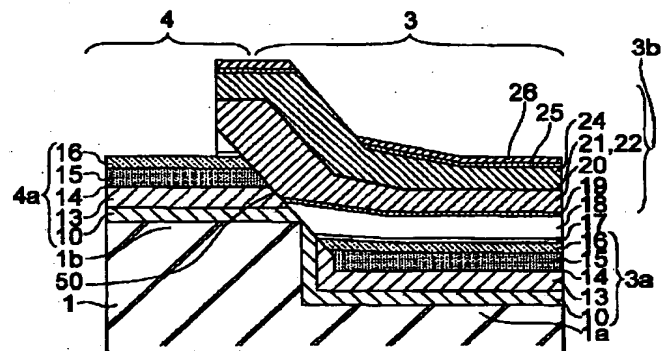
(8)

【図1】



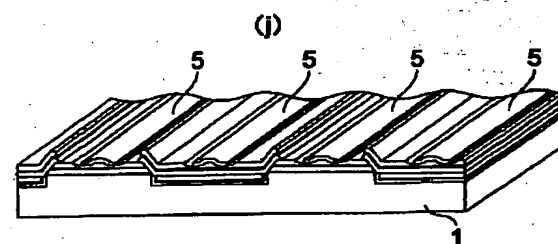
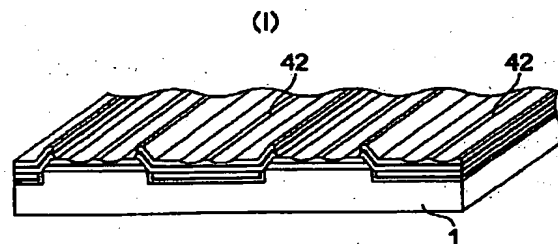
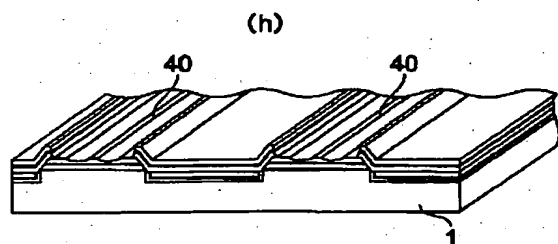
- 1 GaAs(100)基板  
 1a 凸部  
 1b 凹部  
 2 実施形態例の半導体レーザ素子  
 3 650nmのレーザ光を発する第1レーザ部  
 3a 第1レーザ部の下部積層構造  
 3b 第1レーザ部の上部積層構造  
 4 780nmのレーザ光を発する第2レーザ部  
 4a 第2レーザ部の積層構造  
 5,6 p側電極  
 7 n側共通電極  
 8 ワイヤ  
 50 非成長面

【図2】

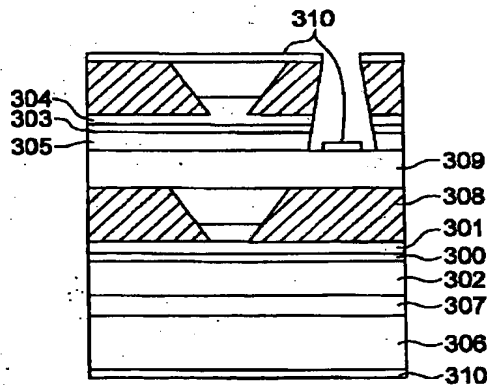


- 10 n-GaAsバッファ層  
 13 n-Al<sub>0.45</sub>Ga<sub>0.55</sub>Asクラッド層  
 14 Al<sub>0.15</sub>Ga<sub>0.85</sub>As活性層  
 15 p-Al<sub>0.45</sub>Ga<sub>0.55</sub>Asクラッド層  
 16 p-GaAsコンタクト層  
 17 n-Ga<sub>0.8</sub>In<sub>0.2</sub>Pエッチングストップ層  
 18 n-GaAsコンタクト層  
 19 n-Ga<sub>0.8</sub>In<sub>0.2</sub>Pバッファ層  
 20 n-(Al<sub>0.7</sub>Ga<sub>0.3</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>Pクラッド層  
 21 (Al<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P<sub>0.5</sub>ガイド層  
 22 (Al<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P-Ga<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P多重量子井戸層  
 24 p-(Al<sub>0.7</sub>Ga<sub>0.3</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>Pクラッド層  
 25 p-Ga<sub>0.8</sub>In<sub>0.2</sub>P中間層  
 26 p-GaAsコンタクト層

【図5】

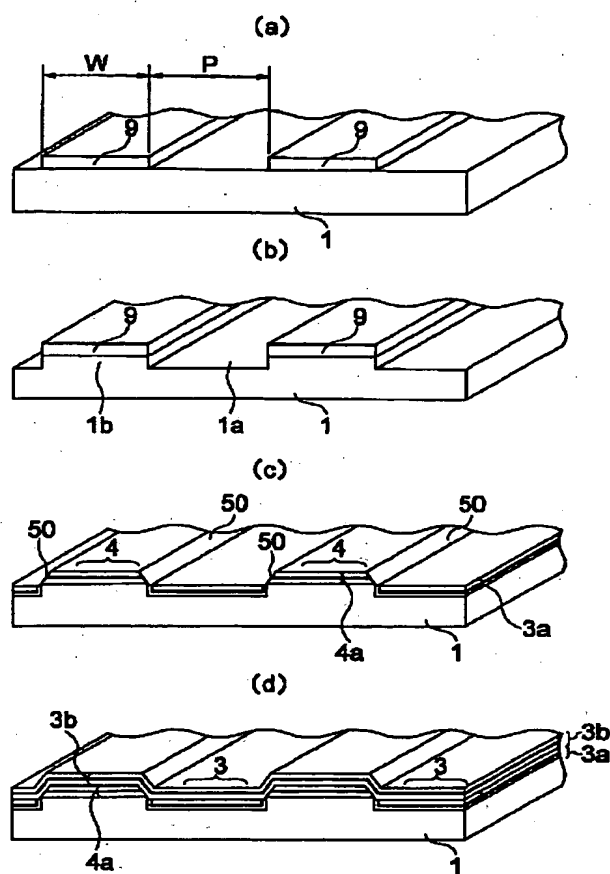


【図9】

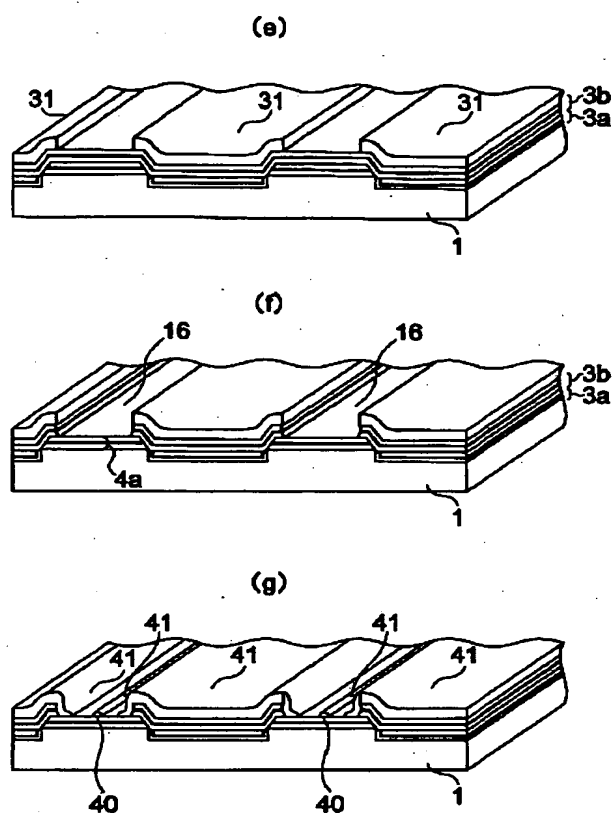


(9)

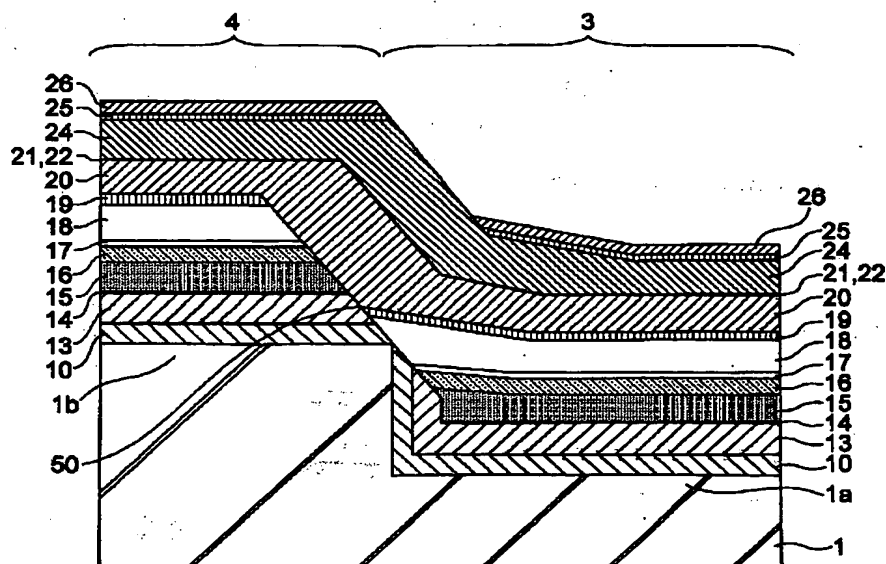
【図3】



【図4】



【図6】



(10)

【図10】

